Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster/Westf.
Direktor: Prof. Dr. Lendle

Über den Einfluß einiger Neutralsalze auf die Wirksamkeit diastatischer Fermente.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster/Westf.

vorgelegt von
Paul Schäfer
Zahnarzt
aus Essen-Kupferdreh

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.

1937

Dekan: Prof. Mayr.
Referent: Dozent Dr. med. et phil. W. Haarmann.
Korreferent: Prof. Dr. Lendle.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547223_0084

Das Problem der Einwirkung neutraler Salze auf die Tätigkeit von diastatischen Fermenten ist schon mehrfach bearbeitet worden.

Wohlgemuth[1]) kam bei der Untersuchung über den Einfluß des sauren Mageninhalts auf die Stärkeverdauung zu dem Ergebnis, daß das bei der Neutralisation des Magensaftes entstehende Kochsalz der Speicheldiastase eine hochgradige aktivierende Wirksamkeit verleiht. Die Untersuchung aller anderen neutralen Chloride ergab eine ähnliche Förderung der Fermentwirkung. Wohlgemuth zog daraus den Schluß, daß für diese erhöhte Fermenttätigkeit allein das Anion, also das Cl-Ion, verantwortlich sei. Bei den übrigen Na-Halogeniden konnte er nur bei NaF eine Hemmung fesstellen, während das Br-Ion eine starke und das I-Ion eine weniger starke Förderung der Fermenttätigkeit zeigten. In der gleichen Arbeit beschreibt der Autor eine Fermentschädigung nach Erhöhung der Alkaleszenz bezw. der Acidität. Die Pankreasdiastase zeigte den angegebenen Salzen gegenüber das gleiche Verhalten wie die Speicheldiastase, während Wohlgemuth[2]) für Malzdiastase wesentliche Abweichungen fand. Koga[3]) konnte nach ähnlichen Versuchen diese Ergebnisse bestätigen. Nach H. Bierry[4]) sind tierische Diastasen ohne Neutralsalzzusatz völlig unwirksam, während pflanzliche Diastase auf Neutralsalze nicht reagiert.

In einer Arbeit von Myrbäck[5]) wird zunächst die Frage untersucht, ob salzfreie Amylasen unwirksam sind, eine Theorie, die vor allem von Michaelis und Pechstein[6]) vertreten wird. Myrbäck konnte im Gegensatz zu der bis dahin bestehenden Auffassung zeigen, daß auch salzfreie Amylasen eine gewisse Aktivität besitzen. Er bestimmte das Reaktionsoptimum der salzfreien Amylase für ph = 6,20 und der bei NaCl-Zusatz für ph = 6,80. Michaelis und Pechstein hatten die salzfreie

---

[1]) Wohlgemuth: Bioch. Zschr. 9, 10, 1908.
[2]) Wohlgemuth: Bioch. Zschr. 33, 357, 1912.
[3]) Koga: Bioch. Zschr. 142, 159, 1912.
[4]) H. Bierry: Bioch. Zschr. 40, 357, 1912.
[5]) Myrbäck: Zschr. f. phys. Chem. 159, 1, 1926.
[6]) Michaelis und Pechstein: Bioch. Zschr. 59, 77, 1914.

Amylase bei ph = 6,80, dem Optimum der Chloridamylase, untersucht. Daraus sind die verschiedenartigen Ergebnisse der Autoren zu erklären.

Die Arbeiten Myrbäcks haben ferner zu einer Klärung über die Natur der sogenannten Salzamylasen geführt. Die meisten Neutralsalze gehen nämlich mit der Speichel- und Pankreasdiastase eine Additionsverbindung ein, die die erhöhte Fermenttätigkeit bewirkt. Nach Myrbäck bilden nun folgende Salze mit der Speichel- und Pankreasdiastase Salzamylasen: Chloride, Bromide, Nitrate und Chlorate; nicht aber Sulfate, Phosphate und Acetate.

Im Schrifttum sind bisher im Wesentlichen nur Versuche mit Neutralsalzen auf Diastasen beschrieben, die die Tätigkeit des Fermentes bei günstigstem ph, also dem Reaktionsoptimum, anzeigen.

Haarmann und Folsche[7]) untersuchten die Einwirkung einiger Neutralsalze auf Diastasen bei ph = 4,50 und ph = 8,30. Es fehlen bisher Untersuchungen neutraler Salze unter extremen Bedingungen. In der vorliegenden Arbeit soll die Fermenttätigkeit untersucht werden bei ph = 3,50, ph = 8,20 und ph = 11,0 unter gleichzeitiger Beobachtung der Wirksamkeit folgender Neutralsalze: NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, NaJ, Na_2SO_4, K_2SO_4, $MgSO_4$. Von diesen Salzen bilden die Halogenide, wie oben erwähnt, mit der Speichel- und Pankreasdiastase Salzamylasen. Die Sulfate gehen keine Verbindungen mit den Fermenten ein und sind nach Ansicht Wohlgemuths indifferent.

Nach Untersuchungen Hofmeisters[8]) besitzen Sulfate eine gwisse entquellende Wirkung. Hofmeister brachte mit Wasser getränkte Leimplatten in verschiedene Neutralsalzlösungen und stellte je nach Art des Salzes eine Quellung bezw. Entquellung der Leimplatten fest. Die Ursache dieser Erscheinung beruht auf dem verschiedenen Wasseranziehungsvermögen der Salze. Er kam zu dem Schluß, daß die Salze zwei- und mehrbasischer Säuren ein höheres molekulares Wasseranziehungsvermögen besitzen als die Salze einbasischer Säuren. Von den Sulfaten untersuchte er Na_2SO_4 und konnte eine deutliche entquellende Wirkung dieses Salzes zeigen. Diese Erscheinung beruht nach Ansicht Hofmeisters auf der Wirksamkeit des Säurerestes. Das Kation hält er für unwirksam.

Die Anordnung der Salze in der vorliegenden Arbeit gestattet nun eine Prüfung ihrer Einwirkung auf die Tätigkeit von diastatischen Fermenten nach verschiedenen Gesichtspunkten.

[7]) Haarmann und Folsche: Bioch. Zschr. 283, 312, 1936.

[8]) Hofmeister: Arch. f. exp. Pharm. u. Path. 28, 210, 1891.

Zunächst soll untersucht werden, ob auch unter extremen Bedingungen (ph = 3,50, ph = 8,20, ph = 11,0) die Chlorid- bezw. Jodidamylase wirksam ist; ferner, ob und inwiefern auch das Kation des betr. Salzes dabei eine Rolle spielt. Da Säuren und Alkalien die Fermente, die ja kolloidaler Natur sind, durch Quellung schädigen, soll untersucht werden, ob Neutralsalze durch Entquellung diese Schädigung in etwa aufheben können. Es können dafür bei der Speichel- und Pankreasdiastase nur die Sulfate herangezogen werden, da die anderen angeführten Salze Salzamylasen bilden und in dieser Hinsicht keine einwandfreien Ergebnisse zeigen werden. Die vorliegende Arbeit gibt ferner eine Prüfung der Malzdiastase in ihrem Verhalten gegenüber den angegebenen Salzen.

Das Gesamtvolumen der Versuchsansätze betrug 30,0 ccm. Der Gehalt an Stärke betrug 1 : 100.

Verwendet wurde lösliche Stärke Merck. Die Pufferlösungen waren folgendermaßen zusammengestzt:

ph = 3,50 · 13,4 g Na-acetat + 96 ccm Eisessig auf 1000 ccm H_2O.

ph = 8,20 · 4,34 g Borsäure + 12,4 g Borax auf 1000 ccm H_2O.

ph = 11,0 · 12,4 g Borax auf 1000 ccm H_2O.

Die Versuchsordnung ist bei Haack[9]) genau beschrieben. Zur Bestimmung der Maltose wurde mit der jodometrischen Methode nach Willstätter und Schudel[10]) gearbeitet.

Unter isotonen Lösungen sind solche gemeint, die die gleiche Gefrierpunktserniedrigung ergeben, wie die Salze des Blutserums, die also den Gefrierpunkt um 0,56° erniedrigen. Die Konzentration der Fermente ist jeweils bei der Besprechung der Versuchsergebnisse angegeben.

Versuchsserie I.

In Tabelle I sind die Versuchsergebnisse für die Speicheldiastase zusammengefaßt. Die Konzentration des Speichels betrug 1,66 : 100, die Versuchsdauer 2½ Stunden und die Temperatur durchschnittlich 20°. Die Zahlen sind bezogen auf den Kontrollversuch, der mit dem jeweiligen Puffer, aber ohne Salzzusatz durchgeführt wurde. Die Tabelle gibt eine Uebersicht über die Leistung des Fermentes in drei verschiedenen Pufferlösungen und zeigt den gleichzeitigen Einfluß der Neutralsalze an. Der

---

[9]) Haack: Inaugural-Dissertation, Münster, 1935.

[10]) Willstätter und Schudel: Ber. d. chem. Ges. 51, 87, 1918.

besseren Uebersicht wegen sollen die Ergebnisse für jeden Puffer einzeln besprochen werden.

ph = 3,50. Wie ersichtlich fördern alle Salze, mit Ausnahme von NaJ, die Ptyalinwirkung ganz erheblich. In 0,25-fach isotoner Lösung verhindert NaJ den Stärkeabbau überhaupt. Die Wirksamkeit der Salze steigt mit der Konzentration an. Nur bei $MgSO_4$ liegt das Maximum bei 1,0 is. und fällt dann wieder ab. Die Chloride unterscheiden sich in ihrer Wirksamkeit ganz beträchtlich. Da ihre höchsten Werte bei 4-facher Isotonie liegen, kann man diese sehr gut zu einer vergleichenden Betrachtung heranziehen. Für die Wirksamkeit der Chloride ergibt sich demnach folgende Reihenfolge: KCl, NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$. Die Sulfate zeigen ebenfalls eine stark fördernde Wirkung in folgender Reihenfolge: K_2SO_4, Na_2SO_4, $MgSO_4$. Es ergibt sich demnach eine übereinstimmende Reihenfolge der Kationen. $MgSO_4$ besitzt die weitaus günstigste Wirkung von allen Salzen und zeigt namentlich in isotoner Lösung eine Förderung, die um 500% über dem Kontrollversuch liegt.

ph = 8,20. Auch in alkalischem Milieu ist der Einfluß der Neutralsalze deutlich wahrnehmbar. Bei 0,25facher Isotonie ist die größte Wirksamkeit, die mit zunehmender Konzentration abfällt. Eine Ausnahme macht hier wieder $MgSO_4$. Das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Chloride sowie der Sulfate tritt auch hier wieder, wenn auch weniger deutlich, in Erscheinung. Allerdings ist die Reihenfolge von der bei ph = 3,50 verschieden: $MgCl_2$, NaCl, KCl, $CaCl_2$. NaJ zeigt in Konzentrationen bis zur Isotonie eine leichte Förderung und darüber hinaus eine Hemmung der Speicheltätigkeit. Die Wirkung der Sulfate ist weniger ausgesprochen als bei ph = 3,50. Es ist rund 7mal mehr Maltose gebildet worden als bei dem Versuch mit Acetatpufferlösung, ein Beweis für die starke Säureschädigung des Fermentes.

Tabelle I. — Speichel.

	mg. Maltose			Umsatz in %		
Puffer	ph = 3,50	ph = 8,20	ph = 11,0	ph = 3,50	ph = 8,20	ph = 11.0
Kontrolle	4,9	33 6	11,2	100	100	100
NaCl 0,25 is.	9,1	69,3	48,3	185	206	431
0,5	9,8	72,1	47,6	200	214	425
1.0	10,5	72,1	42,1	215	214	394
2,0	11,9	67,2	39,9	245	200	350
4,0	12,6	61,6	35,7	260	183	318
KCl 0.25 is.	4,9	79,8	58,8	100	238	525
0,5	11,9	79,1	59,5	245	235	531
1,0	9.8	79,1	58,1	200	235	518
2,0	10,5	79,8	58.1	215	238	518
4,0	11,9	78,0	58,1	245	230	518
$Mg-Cl_2$ 0,25 is.	8,4	61,6	35,7	160	183	319
0,5	9,8	59,5	36,7	200	177	325
1,0	10,5	53.2	35 7	215	158	319
2,0	14,7	44,1	27,3	300	131	244
4,0	15,4	42,0	26,8	314	125	238
$Ca-Cl_2$ 0,25 is.	5,6	99,4	69,3	114	296	618
0,5	11,2	99,4	72,1	230	296	643
1,0	14,0	99,4	73,5	286	296	656
2,0	17,5	90,3	72,1	385	268	643
4,0	24,1	82,6	63,0	471	246	562
NaJ 0,25 is.	0,0	41,3	21,0	0	122	188
0.5	0,7	39,3	21,0	14	119	188
1,0	1,4	37,1	17,5	28	110	156
2,0	2,8	28,7	13,6	56	85	112
4,0	1.4	17.5	6,3	28	52	56
Na_2-SO_4 0,25 is.	9,8	44,8	17,5	200	133	156
0,5	10,5	44,1	16,8	215	131	150
1,0	11,9	44,8	18,9	245	133	169
2,0	14,9	35,0	19,6	285	104	175
4,0	15,4	42,0	19,6	314	125	175
K_2-SO_4 0,25 is.	11,2	42,7	19,6	230	127	175
0,5	10,5	40,6	18,2	215	121	163
1,0	10,5	40.6	17,5	215	121	156
2.0	13,3	40.6	18,2	271	121	163
4,0	12,6	39,9	20,3	257	119	194
$Mg-SO_4$ 0,25 is.	21,0	48,3	25,2	429	144	225
0,5	21,7	52,5	31,5	443	156	281
1,0	29,4	60,9	36.2	600	181	325
2,0	17,5	67,2	40,6	386	200	343
4,0	14,0	31,5	25,9	286	94	231

ph = 11,0. Der Versuch mit stark alkalischer Boraxlösung ergibt die höchsten Werte der Neutralsalzförderung. Die Tabelle zeigt eine Reihe übereinstimmender Merkmale mit dem Boraxpufferversuch (ph = 8,20). Bei den Chloriden größte Wirksamkeit bei 0,25facher Isotonie und gleiche Reihenfolge der Salze gemessen an ihrer Wirksamkeit. Die Wirkung von NaJ ist ebenfalls verstärkt. Nur noch in 4fach isotoner Lösung hemmt NaJ die Ptyalinwirkung. Auch der Einfluß der Sulfate ist um einiges größer. Von diesen hat $MgSO_4$ wieder den größten Einfluß.

Die in der Tabelle angegebenen Werte zeigen eine recht unterschiedliche Wirkung der einzelnen Salze an. Bei gleichzeitiger Beobachtung der Pufferwirkung läßt sich an den Kontrollwerten der mg-Maltosebildung eine Säure- und Alkalischädigung feststellen. Es ist dabei zu beachten, daß das Bildungsoptimum bei ph = 6,20 liegen würde.

Entsprechend ihrer Wirkungsweise auf diastatische Fermente können wir die verwendeten Salze in zwei Gruppen trennen. Zur ersten Gruppe zählen NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, NaJ. Sie sind sogenannte Salzamylasenbildner. Zur zweiten Gruppe rechnen die Sulfate; diese bilden keine Salzamylasen.

In saurer Lösung erreichen die Salzamylasenbildner ihr Wirkungsoptimum erst in stärkster Konzentration, während in alkalischer Lösung schon die niedrigste Konzentration die größte Wirksamkeit entfaltet. Das günstigste Wirkungsmilieu der Salzamylasenbildner im Bereich unserer Versuche ist der Boraxpuffer (ph = 11,0). Das zeigt sich vor allem bei NaJ. In saurer Lösung bewirkt NaJ in allen Konzentrationen eine Hemmung, die mit zunehmender Alkaleszenz einer zunehmenden Förderung Platz macht.

Die stark fördernde Wirkung der Sulfate ist eine neue Stütze für die Untersuchungen Hofmeisters. Die Wirkungsweise der Sulfate ist durch ihre entquellenden Eigenschaften zu erklären. Die Säure- bezw. Alkalischädigung der Fermente entsteht dadurch, daß ihre Kolloide durch Berührung mit Säure oder Alkali zur Quellung gebracht werden. Durch Zusatz entquellender Salze wird das Ferment geschützt. Die Tabelle gibt ein sehr schönes Bild dieser entquellenden Kraft. Je größer die quellende Wirkung der Pufferlösung, umso größer ist die entquellende Wirkung des Salezs. Es ist anzunehmen, daß in optimaler Pufferlösung keinerlei Wirkung der Sulfate mehr zu verzeichnen wäre. Das Salz könnte dann seine entquellende Kraft nicht zeigen, da ja keine Quellung der Fermentkolloide stattgefunden hätte. Diese Annahme deckt sich mit der Ansicht Wohlgemuths, der

Na_2SO_4 bei optimaler Pufferung untersuchte und keinerlei Wirkung des Salzes feststellen konnte.

Die vorliegende Arbeit gibt eine weitere Klärung in der Frage der Wirksamkeit von Kationen. Bekanntlich war man bis vor nicht allzu langer Zeit der Ansicht, daß Kationen an der Neutralsalzförderung nicht beteiligt seien. Erst jüngere Arbeiten, insbesondere die von Haarmann und Folsche und die von Haack, haben den Beweis erbracht, daß auch die Kationen an der Fermentaktivierung beteiligt sind. Unsere Versuche zeigen deutlich, daß die Kationen einen Einfluß ausüben. Bei den Amylasenbildnern ist Ca, bei den Sulfaten Mg am stärksten wirksam.

Versuchsserie II.

Verwendet wurde Pankreatinum absol. Merck. Die Konzentration des Fermentes betrug 1 : 3 000. Sonst gilt für diesen Versuch das Gleiche, wie einleitend bei Versuchsserie I bemerkt.

NaCl und KCl zeigen in Acetatpufferlösung (ph = 3,50) in Konzentrationen bis zur Isotonie eine Hemmung, darüber hinaus eine leichte Förderung der Pankreatintätigkeit, dagegen lassen $MgCl_2$ und vor allem $CaCl_2$ in allen Konzentrationen eine ausgesprochene Förderung erkennen. NaJ begünstigt nur in isotoner Lösung leicht die Fermenttätigkeit. Die schützende Wirkung der Sulfate tritt auch hier wieder in der Reihenfolge des gleichen Versuches mit Speicheldiastase deutlich in Erscheinung. Im wesentlichen steigt die Wirkung der Salze mit der Konzentration an.

In alkalischer Lösung erreichen die Salzamylasenbildner ihre größte Wirksamkeit schon in schwächster Konzentration. NaCl, KCl und $CaCl_2$ aktivieren in übereinstimmender Weise in allen Konzentrationen. $MgCl_2$ und besonders NaJ sind weniger wirksam und hemmen von 2fach isotoner Lösung ab die Stärkeverdauung. Na_2SO_4 und K_2SO_4 sind fast unwirksam. Nur $MgSO_4$ zeigt eine Förderung bis zu 59%. Die Maltosebildung ist rund 7mal größer als bei Acetatpufferlösung.

Tabelle II. — Pankreatin.

Puffer		mg. Maltose			Umsatz in %		
		ph = 3,50	ph = 8,20	ph = 11,0	ph = 3,50	ph = 8,20	ph = 11,0
Kontrolle		7,0	53,2	43,4	100	100	100
NaCl	0,25 is.	4,2	91.0	93,1	60	171	215
	0,5	5,6	90,3	93,1	80	168	215
	1,0	5,6	88,2	91,7	80	168	211
	2,0	8,4	86,1	91,0	120	162	210
	4,0	8,4	81,9	84,0	120	154	195
KCl	0,25 is.	6,3	91,7	92,4	90	172	213
	0,5	5,6	91,7	92,4	80	172	213
	1,0	4,9	91,7	92,4	70	172	213
	2,0	7,7	90,3	93,8	110	170	216
	4,0	7,7	88,2	94.5	110	166	218
$Mg-Cl_2$	0,25 is.	9,1	87,5	70,7	130	164	163
	0 5	15,4	64,4	64,4	220	121	148
	1,0	15,4	57,4	52,5	220	108	121
	2,0	11,9	52,5	44,1	170	99	107
	4,0	—	49,0	39,5	—	92	95
$Ca-Cl_2$	0,25 is.	10,5	86,1	92,4	150	162	213
	0,5	14 0	86,1	93,1	200	162	215
	1,0	15,4	87,5	93,8	220	164	216
	2,0	21,0	86,1	92,4	300	162	215
	4,0	29,4	79,8	85,4	420	150	195
NaJ	0,25 is.	4 2	72,1	72,8	60	136	167
	0,5	6,3	66,5	68,6	90	126	159
	1,0	8,4	58,1	58,1	120	109	134
	2,0	6,3	45,5	51,8	90	86	119
	4,0	3,5	35,7	22.4	50	67	52
Na_2-SO_4	0,25 is.	12,6	59,5	53.2	180	112	123
	0,5	9,1	56,7	52,5	130	107	121
	1,0	8,4	56,7	46,9	120	107	108
	2,0	11,2	54,6	46,2	160	103	106
	4,0	12,6	52,5	44,1	180	99	102
K_2-SO_4	0,25 is.	9,8	58,1	48,3	140	109	111
	0,5	7,7	58,1	49,0	110	109	113
	1,0	7,7	58,1	49,0	110	109	113
	2,0	9,1	58,8	54,6	130	111	126
	4.0	11,2	59,5	57,4	160	112	132
$Mg-SO_4$	0,25 is.	19.2	61,6	56,0	274	115	129
	0 5	18,8	62,3	51,8	268	117	119
	1,0	19,8	79,1	80,0	282	149	184
	2,0	20,3	84,7	88,0	290	159	202
	4.0	20,9	52,5	88,0	298	99	202

In stark alkalischer Lösung entfalten die Salzamylasenbildner, vergleicht man die Werte der 0,25fach isotonen Lösung nebeneinander, ihre größte Wirksamkeit. Die Sulfatförderung ist ausgesprochener als in Boraxpufferlösung (ph = 8,20).

Zusammenfassend ist über die Ergebnisse der Pankreatinversuche zu sagen, daß die Pankreasdiastase den Neutralsalzen gegenüber sich ähnlich, wenn nicht gleich, verhält wie die Speicheldiastase. Die rein zahlenmäßigen Unterschiede ergeben sich aus der verschiedenen Konzentration der Fermente. Maßgebend ist nur die bei beiden Fermenten festgestellte Regelmäßigkeit in ihrem Verhalten gegenüber den Neutralsalzen und den Pufferlösungen. Wir können uns daher eine Wiederholung des bei der Speicheldiastase Gesagten ersparen.

Versuchsserie III.

In den Versuchen mit Malzdiastase war die Konzentration des Fermentes 1 : 3 000. Verwendet wurde Diastase absol. Merck.

Tabelle III. — Malzdiastase.

		mg. Maltose			Umsatz in %		
Puffer		ph = 3,50	ph = 8,20	ph = 11,0	ph = 3,50	ph = 8,20	ph = 11,0
Kontrolle		103,6	67,2	25,9	100	100	100
NaCl	0,25 is.	36,4	66,5	7,0	41	99	27
	0,5	32,2	48,3	4,9	32	72	19
	1,0	19,6	40,5	4,9	19	60	19
	2,0	8,8	37,1	4,2	9	55	16
	4,0	8,1	28,7	4,2	9	43	16
KCl	0,25 is.	97,3	53,9	23,1	93	80	89
	0,5	77,0	49,7	20,3	71	73	78
	1,0	21,0	42,1	14,0	20	66	54
	2,0	15,4	39,2	14,0	15	58	54
	4,0	11,9	28,0	13,3	11	41	51
$Mg-Cl_2$	0,25 is.	86,8	37,1	5,6	84	55	22
	0,5	37,1	34,3	9,1	36	51	32
	1,0	28,0	22,4	12,6	28	33	49
	2,0	19,6	14,0	11,2	19	21	43
	4,0	16,1	9,1	9,1	16	14	32
$Ca-Cl_2$	0,25 is.	88,2	60,2	11,2	85	90	43
	0,5	39,9	63,7	11,9	39	95	46
	1,0	35,0	63,0	14,7	34	94	57
	2,0	31,5	51,8	16,1	31	77	62
	4,0	27,3	34,2	22,4	33	47	86
NaJ	0,25 is.	11,9	8,4	1,4	11	13	5
	0,5	10,5	6,3	1,4	10	9	5
	1,0	10,5	2,8	1,4	10	4	5
	2,0	9,8	0,7	0,0	9	1	0
	4,0	11,9	1,4	0,0	11	2	0
Na_2-SO_4	0,25 is.	21,7	50,4	4,9	21	64	19
	0,5	20,3	—	9,1	20	—	32
	1,0	20,3	40,6	9,8	20	60	38
	2,0	20,3	22,1	9,8	20	66	38
	4,0	23,8	49,0	14,0	23	71	54
K_2-SO_4	0,25 is.	33,6	49,7	25,2	26	73	97
	0,5	12,6	39,9	21,0	12	59	81
	1,0	20,9	23,1	21,0	20	34	81
	2,0	21,0	21,0	20,3	20	31	78
	4,0	23,8	31,5	19,6	23	46	76
$Mg-SO_4$	0,25 is.	47,6	50,4	21,7	46	65	84
	0,5	30,1	73,5	25,9	29	106	100
	1,0	18,9	88,9	25,2	18	132	97
	2,0	18,2	80,5	23,8	18	120	92
	4,0	14,0	74,9	27,3	14	111	105

Völlig abweichend von den Versuchen mit tierischen Diastasen verhält sich die Malzdiastase. Abgesehen von einigen Werten bei $MgSO_4$, die aber kaum ins Gewicht fallen, zeigt die Tabelle, daß Malzdiastase durch Neutralsalze keine Förderung erhält, sondern vielmehr eine Hemmung erleidet. Sie ist in keiner Beziehung mit der Speichel- bezw. Pankreatindiastase zu vergleichen.

Wenn Haarmann und Folsche, die ebenfalls die Einwirkung einiger Neutralsalze auf die Malzdiastase untersuchten, eine starke Förderung der Diastasewirkung durch Na_2SO_4 fanden, so ist das nur dadurch zu erklären, daß diese mit anderen Pufferlösungen und anderen Fermentkonzentrationen arbeiteten.

Irgendeine Gesetzmäßigkeit im Verhalten der Malzdiastase zu den verwendeten Salzen ist aus der Tabelle nicht herauszulesen.

Zusammenfassung.

Es wurde die Einwirkung einiger Neutralsalze auf die Stärkeverdauung durch die diastatischen Fermente Speichel-, Pankreas- und Malzdiastase untersucht.

Die tierischen Diastasen — Speichel- und Pankreasdiastase — büßen in stark saurem und stark alkalischem Milieu einen großen Prozentsatz ihrer fermentativen Wirkung ein. Diese Erscheinung beruht auf einer Schädigung der Fermentkolloide durch Säure und Alkali. Die Säureschädigung ist größer als die Alkalischädigung.

Abgesehen von geringen Ausnahmen fördern alle Neutralsalze die Speichel- und Pankreasdiastasewirkung. Der fördernde Einfluß der Halogenide — NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, NaJ — auf tierische Diastasen wird dadurch erklärt, daß diese Salze mit den Fermenten Additionsverbindungen eingehen. Die Sulfate — Na_2SO_4, K_2SO_4, $MgSO_4$ — dagegen wirken durch Entquellung der durch Säure und Alkali geschädigten und zur Quellung gebrachten Fermente schützend und steigern dadurch deren diastatische Kraft.

Sowohl bei den Chloriden wie bei den Sulfaten ist eine verschiedene Wirkungsstärke der einzelnen Salze feststellbar. Das beweist, daß nicht nur das Anion, sondern auch das Kation bei der Neutralsalzaktivierung beteiligt ist.

Speichel- und Pankreasdiastase zeigen eine Reihe übereinstimmender Merkmale, die vermuten lassen, daß sie identisch sind. Malzdiastase dagegen verhält sich sowohl den Salzen, wie den Pufferlösungen gegenüber vollkommen abweichend.

Alle Salze, mit Ausnahme von $MgSO_4$ hemmen die Stärkeverdauung durch die Malzdiastase.

Lebenslauf.

Am 25. Juni 1910 wurde ich in Essen-Kupferdreh als Sohn des Dachdeckermeisters Friedrich Schäfer geboren. Dort besuchte ich vier Jahre lang die Volksschule, dann drei Jahre lang die Rektoratschule und später das Realgymnasium in Langenberg, Rheinland, das ich im Februar 1931 mit dem Zeugnis der Reife verließ.

Ab Sommersemester 1931 studierte ich in Münster Zahnheilkunde und legte dort am 5. November 1932 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Die klinischen Semester belegte ich in Graz und Münster. Am 30. November 1934 bestand ich in Münster das zahnärztliche Staatsexamen. Nach meiner Approbation war ich als Assistent und Vertreter in der freien Praxis tätig.

Paul Schäfer.